

## RESUMEN

En la producción de aceite de oliva se debe enfrentar el problema de añerismo de esta especie, siendo particularmente dañino por la intensidad en que se manifiesta, afectando la disponibilidad de materia prima. Con el objeto de regular la carga frutal, en olivos bajo un sistema orgánico, se estableció un ensayo mediante diferentes regímenes de poda, utilizando árboles de 8 años de edad, de la variedad aceitera Coratina, en su año alta producción. El estudio fue realizado en el fundo “El Oliveto” (33°48 latitud sur y 71°05 longitud oeste, altitud 205 m.s.n.m.), localidad de Cholqui, comuna de Melipilla, provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Chile.

Se realizaron tres tratamientos, los cuales se efectuaron a salidas de invierno, el 12 de septiembre del 2006, cuando los árboles presentaban el estado fenológico de ramillete expuesto. Se contó con un tratamiento control, sin poda; un segundo tratamiento con un 33% de remoción de la madera del año y un tercer tratamiento con un 50% de remoción de la madera del año. Cada uno de los tratamientos contó de cinco repeticiones; siendo la unidad experimental el árbol.

En los tratamientos de poda, se logró un aumento en el crecimiento de brotes durante la temporada, respecto del tratamiento testigo. Además, se redujo el porcentaje de frutos retenidos, lo que repercutió tanto en un mayor tamaño y peso de fruto, como en el porcentaje de aceite al momento de la cosecha.

A medida que la intensidad de poda fue mayor, menor fue la producción de los olivos y la carga frutal obtenida. Finalmente con ambos tipos de poda, se obtuvo similares producciones de aceite por árbol (kg aceite/árbol).

**Palabras claves:** Crecimiento del brote, olivo, producción, raleo.

## ABSTRACT

Alternate bearing is particularly damaging in the olive trees because of the intensity with which it manifests itself, affecting the availability of raw material for oil production. With the objective of regulating fruit load in olive trees under an organic system, a trial with different pruning systems was established using eight-year-old trees from of the oil Coratina cultivar in their full-bearing year. The study was carried out on the “El Oliveto” farm (33° 48’ South lat. and 71° 05’ West long., at 205 m.a.s.l.) at the Cholqui location, Melipilla commune, Melipilla province, Metropolitan Region of Chile.

Three treatments were performed in late winter (Sept. 12, 2006), when the olive trees were in the phenological stage of “exposed bouquet”. Treatments consisted of: (1) control without pruning; (2) 33% removal of one-year-old wood; and (3) 50% one-year-old wood. Five replications of each treatment were done, with a single olive tree being the experiment unit.

An increase in shoot growth was achieved with the pruning treatments during the season compared to the control treatment. There was a decrease in the percentage of retained fruits with the pruning treatments, resulting in a greater fruit size and weight as well as in a greater oil content at harvest.

As pruning was intensified, olive production decreased. As a consequence, similar oil yields per tree (kg oil/tree) were obtained with both types pruning.

**Key words:** shoot growth, olive, production, thinning.

## INTRODUCCION

El añerismo, conocido también como producción alternada o vecería, es inherente a la producción del olivo, siendo particularmente dañino por la intensidad en que se manifiesta, afectando la continuidad del abastecimiento de aceituna de mesa en los distintos mercados y la disponibilidad de materia prima de calidad para la producción de aceite (Callejas, 2001). El problema se agudiza a nivel de huerto, ya que generalmente los árboles están sincronizados para presentar el mismo patrón productivo (Cid, 1999), esto debido a que comenzaron un ciclo añero al mismo tiempo, posiblemente gatillado por un mismo evento (helada, estrés hídrico, etc.).

Para Callejas y Reginato (2000), la producción de fruta de un huerto, está relacionada con la inducción y diferenciación floral. De esta manera, en los años de alta carga frutal se afectan ambos procesos, alterando la producción del año siguiente.

Pansiot y Rebour (1961), Loussert (1980) y Ramírez y Rallo (2001) sostienen, que el olivo florece y fructifica en las yemas axilares de la rama formada en el año anterior. De esta forma, el crecimiento de los brotes se completa dentro de un mismo año, mientras que el proceso que conduce a fructificación, requiere de dos estaciones consecutivas. En la primera, tiene lugar la formación de yemas y su inducción floral, y tras el reposo invernal, tiene lugar la floración y crecimiento de frutos (Rallo *et al.*, 1994 citados por Ramírez y Rallo, 2001).

Una de las posibles causas de la alternancia en la producción, se debe a que la demanda de asimilados desde los frutos en desarrollo, limita el crecimiento vegetativo (Rallo y Suarez, 1989, citados por Ramírez y Rallo, 2001; Barranco *et al.*, 1998), provocando una falta de formación de yemas florales durante un año productivo, lo que ocasionará una producción alternada entre un año y otro (Monselise y Goldschmidt, 1982, citados por Cid, 1999). Al mismo tiempo, las giberelinas producidas en las semillas de los frutos en desarrollo, inhibirán la inducción floral de las yemas axilares, incidiendo negativamente en la siguiente floración (Lavee *et al.*, 1986; Stutte y Martín, 1986; Fernandez-Escobar *et al.*, 1992 citados por Ramírez y Rallo, 2001).

Callejas (2001) y Tapia (2007) señalan, que una equilibrada regulación de la carga frutal, permitirá aminorar las oscilaciones de las producciones año a año. Es así que, con la poda se puede regular la carga frutal en el olivo, lo que permite guiar su desarrollo hacia una rápida entrada en fructificación, regularizar su producción y prolongar el período de explotación de la plantación (Loussert, 1980).

De esta manera, la poda de formación y producción, es el único proceso manejable que influye en el potencial productivo de los árboles frutales (Wünsche *et al.*, 1996).

Es difícil que un árbol sin podar logre las máximas producciones, ya que parte de su crecimiento interfiere con el resto y reduce las condiciones óptimas para el desarrollo de brotes, iniciación floral, cuaje y calidad de fruta (Lavín y Reyes, 2004). Esta característica se acentúa con la edad y con las cosechas excesivas, dificultando extraordinariamente el crecimiento de los brotes del año, lo que trae como consecuencia la reducción de la fructificación del año siguiente (Loussert, 1980).

Ensayos de poda realizados en la variedad Liguria, muestran que en árboles podados, se obtuvo un 30% menos de producción que en árboles no podados. En relación al crecimiento del brote, los árboles podados tuvieron un crecimiento de ramillas adecuado, para garantizar una buena producción al año siguiente, mientras que los árboles no podados tuvieron un crecimiento muy pobre, por lo que se espera una baja producción para la siguiente temporada (Astorga y Ibacache, 2001).

Saavedra (1982) señala, que en el olivo es recomendable podar en aquel año de buena producción, cuando se aprecie la floración del árbol, para efectuar una poda de tipo selectivo, eliminando el exceso de brotes con frutos, dejando una mayor proporción de brotes sin fruto, de modo de equilibrar la producción, así se tendría un efecto similar al raleo. De este modo, al podar a principios de primavera, se reduce el número de brotes de un año, que llevan la carga frutal de la temporada, y a la vez se estimula un crecimiento vegetativo favorable para la inducción y producción de la siguiente temporada (Sibbett *et al.*, 1994).

Sibbett *et al.* (1994) observaron, que la presencia de la semilla en el fruto, influye en la alternancia en la producción. Es decir, cuando se destruye la semilla de los frutos antes de 6 semanas, luego de la floración, se obtendrán inflorescencias viables para la siguiente temporada. Estos antecedentes reafirman, el realizar el ajuste de carga en olivos durante la primavera, para tener un control sobre la alternancia en la producción.

Es importante considerar, que la poda, independientemente de su severidad, reduce el número de flores iniciales. Sin embargo, una poda excesiva, produce un considerable aumento en el crecimiento vegetativo de los brotes, con pequeña o ninguna formación de yemas florales (Childers, 1979, citado por Pastene, 2003).

Es claro que todo tipo de poda suprime parte de la copa del árbol y desequilibra sus relaciones hoja/madera y hoja/raíz, eliminando estructura productiva, y por consiguiente producción, por lo que sólo debe aplicarse con la intensidad requerida (Caballero, 2001). Al respecto, Pansiot y Rebour (1961) señalan, que en la poda la proporción de madera a cortar, es lo que constituye el factor más importante y a la vez, el más difícil de determinar, para lograr mantener una producción estable en el tiempo.

El problema es que se desconocen los niveles de raleo y de reducción de cosecha, necesarios para evitar la inhibición de la inducción floral. En definitiva, la información disponible es fragmentaria y aún se requiere estudios básicos y una experimentación

extensa para dar respuesta en términos agronómicos y económicos, al control de la producción y fructificación del olivo (Caballero, 2001).

Frente a los beneficios que se lograrían, al realizar la poda de fructificación de manera regular en el olivo, logrando una disminución en el añerismo, surge la necesidad de evaluar la cantidad de madera que debe ser removida en la poda, en variedades aceiteras, evaluando el efecto que ésta tendrá sobre la floración y la producción de fruta.

Es importante tener presente, que la alternancia puede corregirse con buenos cuidados culturales, uno de ellos la poda, pero la tendencia al añerismo no deja de ser una característica varietal (Tous y Romero, 1993). En base a estos antecedentes, el estudio se realizó en la variedad Coratina, la cual presenta una fuerte alternancia en la producción, con un alto índice de añerismo (0,74) (Tapia, 2007).

### **Hipótesis**

La poda invernal anual, permite regular la carga frutal en el olivo.

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de la intensidad de la poda invernal sobre la regulación de la carga frutal en olivos de la variedad Coratina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El ensayo se realizó en la temporada 2006-2007 en el fundo “El Oliveto” (33°45 S y 71°05 O, 205 m.s.n.m.), ubicado en el sector de Pallocabe, localidad de Cholqui, comuna de Melipilla, Región Metropolitana.

El huerto tenía 8 años de edad, siendo el estudio realizado en la variedad aceitera Coratina, en su año de alta producción. El huerto se encuentra plantado en sentido norte-sur, con un marco de plantación de 6x4 m, posee riego por goteo con una línea, ubicados a 1 m de distancia entre gotero, con un caudal de 4 L·h<sup>-1</sup>.

Los análisis de laboratorio fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Foliar del Departamento de Producción Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Métodos

#### Tratamientos de poda

La poda se realizó el 12 de septiembre del 2006, en árboles relativamente homogéneos, en cuanto a vigor y tamaño. Los tratamientos de poda consistieron en la remoción de parte de la madera del año, mediante el raleo de ramas. Los tratamientos se iniciaron a salidas de invierno, durante el estado fenológico de ramillete expuesto, de modo de tener certeza que los árboles presentarían una alta carga frutal en la temporada.

Se realizaron 3 tratamientos:

**Tratamiento 1 (T1):** Control, sin poda.

**Tratamiento 2 (T2):** remoción de un 33% de la madera del año, antes de la floración.

**Tratamiento 3 (T3):** remoción de un 50% de la madera del año, antes de la floración.

Para estimar el volumen correspondiente a la madera frutal de un árbol, se comenzó podando completamente la madera del año. Luego de obtenido el volumen de ésta, se procedió a calcular el volumen equivalente al 33% y 50% de la madera frutal. Luego se efectuó la poda, según lo necesario para cada tratamiento.

## Evaluaciones

**Crecimiento de brote:** Se evaluó el crecimiento de la temporada en cuatro ramillas marcadas por árbol, dos sección Este y dos sección Oeste, ubicadas en la zona media del árbol. Se midieron en forma quincenal con una huincha, determinando el incremento en el crecimiento vegetativo por período, expresándolo en porcentaje y centímetros.

**Floración y cuaje:** Se seleccionaron cuatro ramillas del tercio medio superior del árbol, seleccionando diez inflorescencias por ramilla. Se realizó un conteo de flores en los ramilletes, de modo de obtener el porcentaje de cuaje de los frutos. Los conteos de frutos comenzaron el 17 de noviembre, de manera quincenal.

**Crecimiento del fruto:** Se marcaron dos ramilletes por rama, de cuatro ramas ubicadas en la zona media del árbol. En estos frutos se realizó un seguimiento del diámetro ecuatorial (cm) de manera quincenal, utilizando un pie de metro.

**Pinta o enverado:** Se consideró como inicio de pinta, a la existencia de más de 20 frutos con cambios en el color de la piel del fruto, en relación a una muestra aleatoria de 100 frutos por árbol.

Durante el último período de acumulación de aceite de la variedad Coratina (mayo, 2007) los olivos se vieron afectados por intensas heladas, lo que resultó en una deshidratación a nivel de fruto, alcanzando éstos una tonalidad parda, por lo que no fue posible seguir detectando los cambios en el color de la piel de las olivas, y realizar el análisis de Ferreira.

**Área de sección transversal de tronco (ASTT):** Utilizando una huincha se procedió a medir el perímetro del tronco, a 20 cm del suelo, y luego se calculó el ASTT. Esta medición se realizó en dos momentos, al inicio de los tratamientos (septiembre 2006) y a la cosecha (junio 2007). Posteriormente, se calculó el incremento del ASTT (cm<sup>2</sup>).

Para calcular el ASTT, se asumió que la sección transversal del tronco correspondía a una circunferencia. Se utilizó la siguiente fórmula: 
$$\text{cm}^2 \text{ASTT} = \frac{p^2}{4\pi}$$

**Largo y número de entrenudos:** En las ramillas en las cuales se monitoreó el crecimiento vegetativo durante la temporada (crecimiento del brote), se realizó un conteo del largo y número de entrenudos, en la longitud del brote final. Esta medición se realizó luego de la cosecha (junio, 2007). El largo de entrenudos se expresó como la longitud promedio entre los nudos, este valor fue expresado en centímetros.

**Producción de fruta:** Se determinó la producción individual de los árboles. El total de la fruta fue pesada mediante una balanza, registrando los kilogramos obtenidos por cada árbol.

**Peso del fruto:** Al momento de la cosecha se eligió una muestra aleatoria de 100 frutos por árbol, los cuales se pesaron y se obtuvo un peso promedio de fruto.

**Eficiencia productiva:** Fue expresada en relación a la producción total por árbol y el ASTT a cosecha, expresándose como  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT.

**Carga frutal:** se obtuvo a partir de la producción total por árbol, en relación al peso promedio de fruto y el ASTT de los árboles a cosecha. Fue expresada como número de frutos $\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT.

**Relación pulpa/carozo:** Se eligió una muestra al azar de 50 frutos por árbol a cosecha, pesando de manera individual cada muestra, luego se procedió a separar la pulpa del carozo, pesándose ambos de manera individual en gramos, obteniendo así la relación entre estos dos parámetros.

**Contenido aceite y agua en el fruto:** Se realizaron tres mediciones (13/04/07, 4/05/07 y 2/06/07), en las cuales se obtuvo el contenido de aceite y humedad, para las dos primeras mediciones se utilizó una muestra de 20 frutos por árbol, mientras que para la realizada en la cosecha se consideraron 50 frutos por árbol.

Los frutos fueron procesados en un molino de martillo (marca Eberle 34-1), posteriormente las muestras fueron secadas hasta peso constante en una estufa (marca Mermmet, 2002) a una temperatura de 100°C. La extracción de aceite se realizó mediante el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1984), utilizando como solvente éter de petróleo.

El contenido de aceite de los frutos fue calculado en base a diferencias de pesos, siendo expresado como porcentaje de aceite en base a materia seca (b.m.s.) y en base a materia fresca (b.m.f.). Se utilizó una muestra de 3 gramos de materia seca (MS) para calcular el porcentaje de aceite.

El contenido de agua y aceite de los frutos, se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de humedad (\%)} = \frac{(\text{PMH} - \text{PMS}) \times 100}{\text{PMH}}$$

$$\text{Porcentaje de aceite en b.m.s. (\%)} = \frac{\text{EA} \times 100}{3 \text{ gramos MS}}$$

$$\text{Porcentaje de aceite en b.m.f. (\%)} = \frac{\text{EA} \times (100 - \% \text{ Humedad})}{3 \text{ gramos MS}}$$

En el porcentaje de humedad, PMH y PMS corresponden respectivamente, al peso fresco y peso seco de la muestra de frutos. Mientras que para el porcentaje de aceite, EA es el peso del aceite del extracto (3g peso seco).

**Estimación de la producción de aceite por árbol:** Se procedió a calcular la cantidad de aceite promedio por árbol, en base a los porcentajes de aceite b.m.f. y la producción por árbol.

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental el árbol. Las unidades experimentales fueron seleccionadas en función del tamaño de los árboles y carga frutal aparente.

Para el análisis de resultados se utilizó análisis de varianza (ANDEVA), y en el caso de existir diferencias significativas ( $\alpha \leq 0,05$ ), se separaron las medias mediante la prueba de rango múltiple de Tukey.

Además, se realizó análisis de correlación de Pearson, según correspondiese.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento vegetativo

#### Incremento en el crecimiento vegetativo

Los valores de crecimiento vegetativo, se obtuvieron quincenalmente durante toda la temporada, calculando el incremento en el crecimiento del brote por período. En las figuras 1 y 2, se observa el incremento en el crecimiento del brote, expresado en porcentaje y centímetros, respectivamente. El incremento por período, expresado en porcentaje, fue calculado en relación al crecimiento total del brote durante la temporada.

En el tratamiento sin poda, la mayor tasa de incremento ocurre a inicios de primavera, siendo menor en el resto de la temporada. Por otro lado, en el tratamiento de remoción de un 33% de la madera del año, se logra un crecimiento máximo 15 días después, respecto al testigo, mientras que al remover un 50% de la madera del año, el máximo crecimiento se retrasa en 15 días más respecto a la poda de un 33%, y 29 días más en relación al testigo. Cabe destacar, que no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento vegetativo entre la sección este y oeste en los distintos tratamientos (figuras 1, 2 y 3, Apéndice I).

Forshey *et al.* (1992), señalan que con la poda se obtienen brotes más largos, que crecerán hasta más tarde en la estación. Esto evidencia, que mientras más fuerte sea la poda realizada, se obtendrá una mayor respuesta en la tasa de crecimiento del brote durante la temporada.

En el tratamiento testigo, el menor periodo de crecimiento o tasa creciente, se debería fundamentalmente a la alta carga frutal presente en los árboles, lo que coincide con lo señalado por Barranco *et al.* (1998), quienes observaron que en años de elevada producción, el crecimiento del brote se detendrá pronto en la temporada.

Además, se puede visualizar que el mayor crecimiento vegetativo de los árboles, ocurre entre inicios de septiembre y principios de diciembre, por lo que al realizar la poda a salidas de invierno, se logra favorecer el crecimiento del brote durante el período activo de éste en la temporada. Por otro lado, se observa que los árboles en el año de alta producción, independientemente de su tratamiento, presentaron sólo un periodo de crecimiento, lo que contrasta con lo señalado en la literatura, en la cual se menciona un período de crecimiento, más importante en primavera, y un segundo en otoño; aunque éste último menos relevante (Barranco *et al.*, 1998).

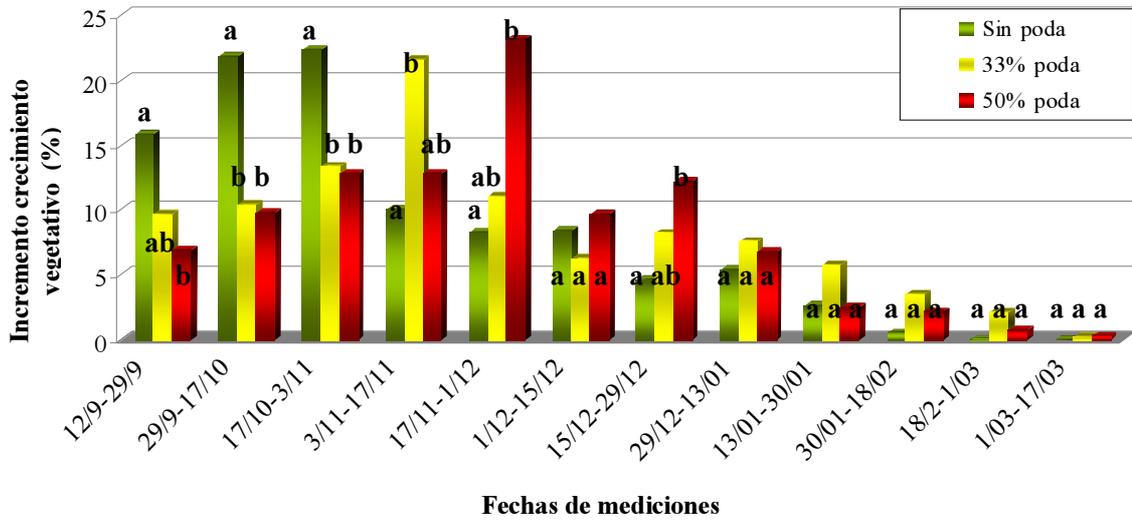


Figura 1. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la evolución del incremento del crecimiento vegetativo, expresado como porcentaje del crecimiento total del brote, según período, en olivos variedad Coratina (n=4). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, para un mismo período ( $\alpha \leq 0,05$ ). Luego del 17/03, no existió un aumento en el incremento del crecimiento vegetativo del brote.

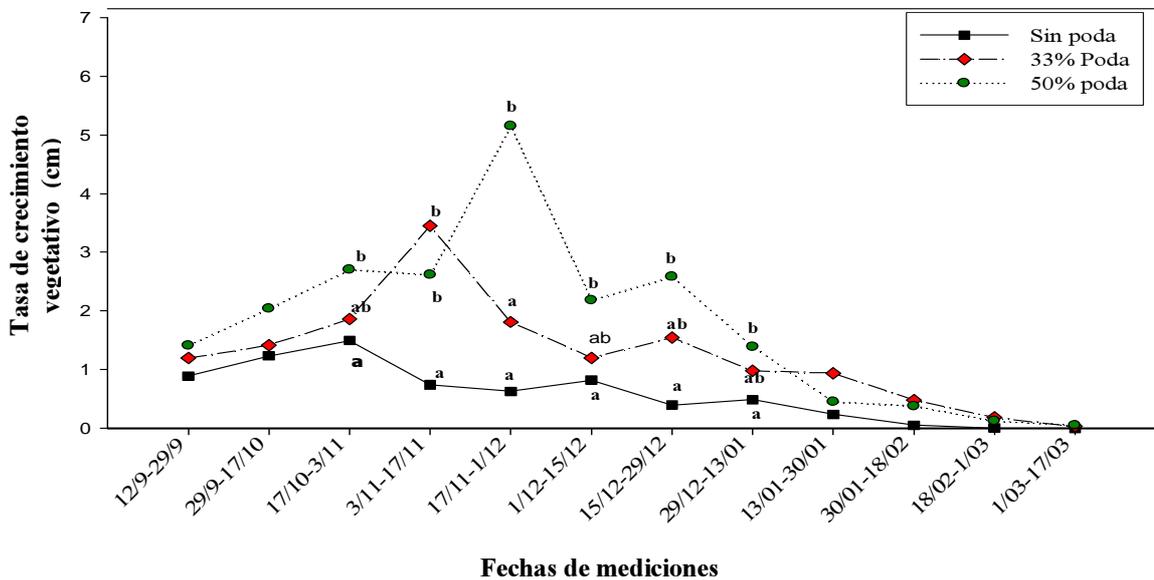


Figura 2. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la evolución del incremento del crecimiento vegetativo, en distintos períodos, en olivos variedad Coratina (n=4). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, para un mismo período ( $\alpha \leq 0,05$ ). Luego del 17/03, no existió un aumento en el incremento del crecimiento vegetativo del brote.

### Crecimiento final del brote

El fruto del olivo se desarrolla en el brote vegetativo que creció durante la temporada anterior, también llamada madera de un año. De este modo, la longitud del brote es un factor primario, determinante del potencial de fructificación de la siguiente estación (Consejo Oleícola Internacional, 1996).

La mayor producción del olivo se encuentra en ramillas de un año, con un largo de 15 a 30 cm, mientras que brotes muy cortos o muy largos, serán a menudo infértiles (Sibbett *et al.*, 1994; Tapia, 2007). Así, con la poda se pretende conseguir un mínimo de madera estructural, con un gran número de ramillas jóvenes de largo medio y que exista una permanente emisión de ellas.

Al evaluar el crecimiento vegetativo durante la temporada, se observa un mayor crecimiento del brote en los tratamientos de poda, respecto al testigo (Figura 3), sin embargo, no existen diferencias significativas entre las distintas intensidades de poda.

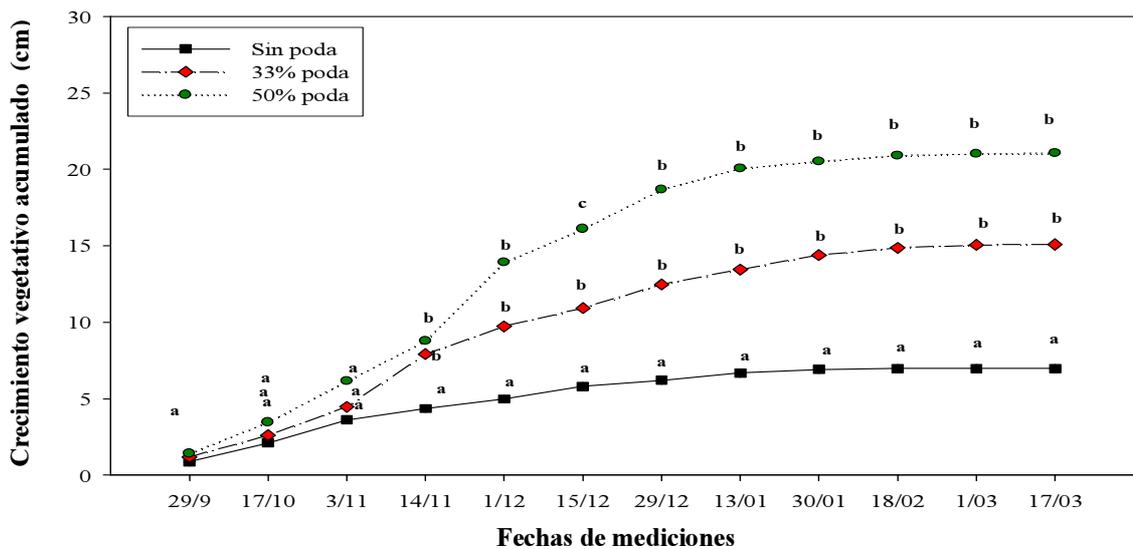


Figura 3. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el crecimiento vegetativo acumulado del brote (cm), en olivos variedad Coratina (n=4). Letras distintas indican diferencias significativas para una misma fecha entre tratamientos ( $\alpha \leq 0,05$ ).

El mayor incremento en el crecimiento del brote en los árboles podados, se relaciona con lo descrito por Forshey *et al.* (1992), quienes citaron que con la poda se tendrá una mayor disponibilidad de promotores, por la menor cantidad de puntos de crecimiento, lo que se asocia con el mayor aumento en el crecimiento del brote durante la temporada.

En cuanto a la distribución de asimilados en la rama fructífera, entre frutos jóvenes y brotes, siempre se desplazará hacia los primeros, limitando el crecimiento vegetativo (Barranco *et al.*, 1998). De este modo, el crecimiento del brote estará relacionado con la producción presente en los árboles.

En la Figura 1 (Apéndice II), se puede apreciar una alta correlación entre la eficiencia productiva y el crecimiento vegetativo ( $r:-0,93$ ). De este modo, el efecto básico en la producción de frutos, es una depresión del crecimiento vegetativo del brote. Estos resultados son coincidentes con aquellos obtenidos en durazneros por Proebsting (1958, citado por Reginato y Camus, 1993).

En base a lo anteriormente expuesto, con ambos tratamientos de poda se obtuvo un mayor largo de brote que en el testigo, lo cual, según lo señalado por Tapia *et al.* (2003) y Sibbett *et al.* (1994), sería adecuado para la fructificación de la próxima temporada (15 a 30 cm de longitud promedio).

Es importante destacar, que en los árboles del tratamiento testigo, se obtuvo un bajo crecimiento del brote (5 a 10 cm), el cual hace prever problemas de baja productividad en la siguiente temporada. Estos resultados coinciden con lo señalado por Tapia (2007), donde una drástica disminución en los niveles de hidratos de carbono y nutrientes en el año de alta producción, al limitar el crecimiento de los nuevos brotes, puede ser una causa secundaria de la alternancia en la producción.

### Largo y número de entrenudos

Para corroborar la mayor presencia de nudos en los tratamientos de poda, como consecuencia del mayor crecimiento vegetativo, se realizó un conteo de nudos y se midió la distancia entre éstos en el crecimiento del brote (Figura 4).

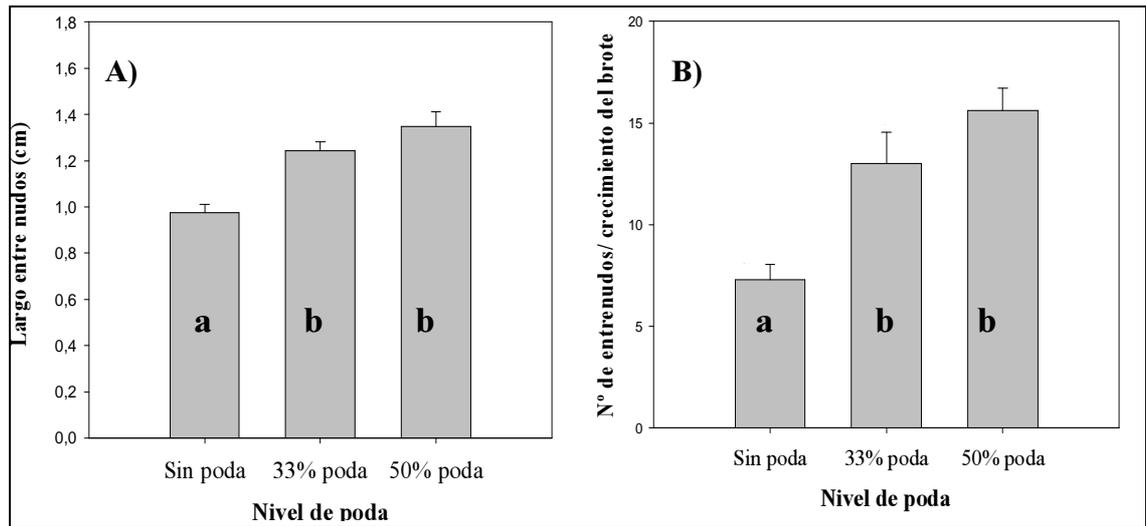


Figura 4. Efecto de la poda a salidas de invierno, sobre el largo (A) y número de entrenudos (B), obtenidos en el brote de la temporada, en olivos variedad Coratina (n=4). Letras distintas indican diferencias significativas para una misma fecha entre tratamientos ( $\alpha \leq 0,05$ ). Las barras indican desviación estándar.

En los tratamientos de poda se observa, que el mayor largo de brote (Figura 3) va acompañado con un mayor largo y número de entrenudos (Figura 4). Por lo tanto, al suprimir ramas productivas en la poda, se proporciona un mayor crecimiento vegetativo, el que estaría relacionado con una mejora en la relación hoja/fruto.

### Incremento área sección transversal de tronco (ASTT)

El perímetro o el diámetro del tronco corresponde a una medida que permite determinar el tamaño del árbol. Murray (1972, citado por Westwood, 1982), señaló la existencia de una correlación predecible y constante entre el volumen de la copa de un árbol, y el área correspondiente al tronco. Al respecto Reginato (2002) señala, que ésta relación es menos estrecha cuando los árboles son intervenidos por fuertes podas, de esta forma como los árboles fueron sometidos a diferentes intensidades de poda, la superficie fructificante potencial no podrá ser calculada. No obstante, es posible medir el crecimiento vegetativo, mediante el incremento del ASTT de los árboles (Reginato y Camus, 1993).

Al analizar el incremento en la sección transversal del tronco, no se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos (Cuadro 1). No obstante, se podría suponer que el bajo incremento obtenido en el ASTT, puede estar relacionado al escaso tiempo transcurrido desde el comienzo del ensayo. Es importante destacar, que según lo señalado por Reginato y Camus (1993), se deberían generar diferencias en el ASTT en el mediano plazo, a causa del mayor incremento en el crecimiento vegetativo de los tratamientos de poda, respecto al tratamiento testigo.

Cuadro 1. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el ASTT e incremento ASTT según tratamientos, en olivos variedad Coratina.

Tratamiento	ASTT (cm <sup>2</sup> )		Incremento ASTT (cm <sup>2</sup> )
	12-09-2006 <sup>*</sup>	02-06-2007 <sup>**</sup>	12/09/06- 2/06/07
Sin poda	145,91 a <sup>1</sup>	152,86 a	6,94 a
33% poda	125,81 a	133,70 a	7,89 a
50% poda	131,60 a	140,04 a	8,43 a

<sup>\*</sup> Inicio tratamientos, poda

<sup>\*\*</sup> Fin tratamientos, cosecha

<sup>1</sup> Letras distintas para una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

## Frutos

### Porcentaje de frutos retenidos a cosecha

El porcentaje de frutos retenidos fue calculado a partir del 17 de noviembre, fines de floración e inicios de cuaje de frutos, período definido por Sudzuki (2006). Se realizó un seguimiento de manera quincenal durante toda la temporada.

La intensidad de abscisión está ligada a fenómenos de competencia entre frutos, principalmente por carbohidratos. Además, las hojas desempeñan un papel fundamental en el proceso del cuajado (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

En el Cuadro 2, se observa el porcentaje de frutos retenidos en los distintos tratamientos, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos de poda y el testigo sin poda.

Cuadro 2. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la evolución del porcentaje de frutos retenidos por períodos, en olivos variedad Coratina.

Tratamiento	% Frutos retenidos respecto 17/11							
	17-Nov	01-Dic	15-Dic	29-Dic	13-Ene	30-Ene	18-Feb	01-Mar <sup>1</sup>
Sin poda	100 a <sup>2</sup>	16,2 a	7,6 a	6,1 a	6,0 a	6,0 a	5,9 a	5,9 a
33% poda	100 a	20,2 b	6,3 a	4,8 b	4,7 b	4,7 b	4,7 b	4,7 b
50% poda	100 a	16,1 a	6,4 a	3,9 c	3,9 c	3,8 c	3,8 c	3,8 c

<sup>1</sup> Luego de esta fecha el porcentaje de frutos retenidos, se mantuvo constante.

<sup>2</sup> Letras distintas para una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

En ambos tratamientos de poda, se aprecian menores niveles de frutos retenidos que en el testigo, lo que estaría relacionado con el mayor crecimiento vegetativo estimulado por la poda (Cuadro 2). Estudios demuestran el papel de las hojas en el proceso de cuajado, dado por su capacidad para sintetizar y exportar carbohidratos al fruto en desarrollo (Azcón-Bieto y Talón, 2000). En efecto, mientras se desarrolla el brote, sus hojas actúan como sumideros obteniendo hidratos de carbono de otras partes de la planta (Azcón-Bieto y Talón, 2000). De este modo, una brotación durante la caída fisiológica de frutos, puede intensificarla.

Los menores porcentajes de frutos retenidos en los tratamientos de poda, podrían considerarse adecuados para evitar la alternancia en la producción, en los años de alta carga frutal, debido a que existió un crecimiento vegetativo favorable para la fructificación de la siguiente temporada (Figura 3). Sin embargo, para poder concluir si el porcentaje de fruta es adecuado en los árboles podados, se deberá realizar un seguimiento al retorno floral y rendimiento de los años siguientes, y ver su efecto en la alternancia.

Respecto al tratamiento testigo, pese a las caídas naturales, la carga sigue siendo excesiva. Inevitablemente, el alto número de frutos presentes por ramilla, representará un factor

inhibidor de la inducción floral, lo que ocasionará problemas de alternancia a la siguiente temporada (Callejas y Reginato, 2000). Cabe destacar, que la inhibición de la inducción floral por los frutos en desarrollo, sería el principal factor determinante de la alternancia en la producción (Callejas, 2001; Tapia, 2007).

### Crecimiento de frutos

El crecimiento de la oliva es muy prolongado, extendiéndose durante 6 a 7 meses (Barranco *et al.*, 1998; Sudzuki, 2006). Se realizó un seguimiento del diámetro ecuatorial del fruto, de manera quincenal, a partir del 1/12/06, fecha a la que ya habrá ocurrido la principal caída postcujaja de frutos, según Sudzuki (2006).

En la Figura 5, se puede observar el incremento en el diámetro ecuatorial de la oliva por período, expresado en centímetros. Se aprecia que independientemente del tipo de tratamiento, el máximo crecimiento del fruto ocurre en las primeras etapas de crecimiento de la oliva.

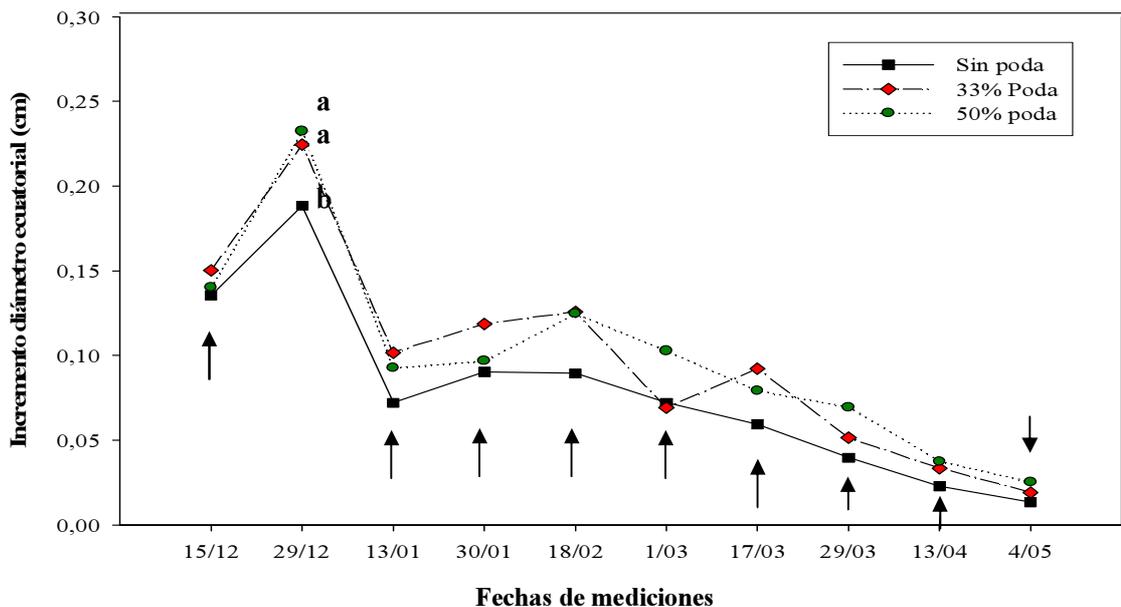


Figura 5. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el incremento en el diámetro ecuatorial del fruto, en olivos variedad Coratina. Letras distintas indican que existen diferencias significativas entre tratamientos, para un mismo período ( $\alpha \leq 0,05$ ). Las flechas indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Así, independiente del tipo de tratamiento, sólo se logró alterar en un comienzo el incremento en el diámetro del fruto, no existiendo diferencias en el resto de la temporada. Al respecto Agabbio (1977, citado por Consejo Oleícola Internacional, 1996) señala, que

las condiciones de crecimiento tales como la disponibilidad de agua y la carga frutal de los árboles, no afectan la forma de la curva de crecimiento, pero sí la velocidad de ésta y, por tanto se diferenciarán en el tamaño final de las olivas.

Respecto al diámetro ecuatorial final de las olivas, hasta el 4/05 se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de poda y el testigo (Figura 6). Luego de esta fecha, los frutos comenzaron a deshidratarse por causa de frecuentes heladas que afectaron al predio, por lo que el diámetro ecuatorial obtenido no fue representativo (Cuadro 1, Apéndice IV).

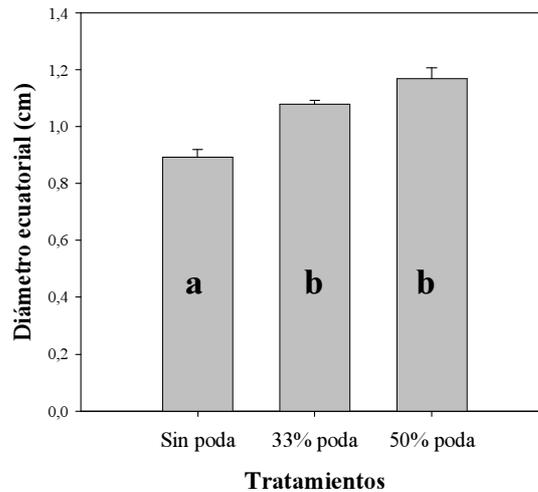


Figura 6. Efecto de diferentes intensidades de poda a salidas de invierno sobre el diámetro ecuatorial final del fruto (cm), en olivos variedad Coratina ( $n=40$  inflorescencias). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha \leq 0,05$ ). Las barras indican la desviación estándar.

En la literatura se señala, que los factores que influyen en el crecimiento del fruto, están relacionados con el clima, la variedad, carga frutal, vigor del árbol y causas de años anteriores (Forshey *et al.*, 1992). De esta forma, resulta clave para el tamaño definitivo de la drupa, el número de frutos existentes en las primeras etapas de crecimiento, ya que en éstas se definirá el tamaño máximo potencial que pueden alcanzar las olivas (C.O.I., 1996). Así, la alta carga frutal de los árboles testigos, produjo inevitablemente un menor tamaño de frutos, que los tratamientos de poda.

De acuerdo a lo observado por Sudzuki (2006), en olivos variedad Coratina existe un alto ajuste entre el diámetro y el peso del fruto ( $r: 0,98$ ). Por lo tanto, podría esperarse que el mayor diámetro de las olivas en los árboles podados, se deba a una mejor distribución de materia seca y agua durante el período de crecimiento del fruto. Los tratamientos de poda al tener menos carga frutal, tendrán una mejor acumulación de materia seca; además, al consumir más lentamente el agua del suelo que los olivos del tratamiento testigo (C.O.I., 1996; Barranco *et al.*, 2004), existirá una mayor disponibilidad a nivel de fruto, ambas

razones repercutirán en un mayor tamaño de la oliva.

Es importante destacar, que el comienzo del endurecimiento de carozo para esta variedad, principios de enero, de acuerdo a lo obtenido por Sudzuki (2006), es el período crítico entre dos cosechas sucesivas (Barranco, 2004). Este estado parece contemporáneo con el comienzo de la inducción floral, de modo que la alta presencia de frutos semillados mas allá de este período, tiene un claro efecto inhibitor sobre la floración del año siguiente (Barranco *et al.*, 1998). Por lo que con la poda a salidas de invierno, se lograría estimular el crecimiento del brote y regular la carga frutal, antes del período de inducción floral.

## Producción

La recolección debería comenzar en el momento en que han desaparecido los frutos verdes del árbol, que es cuando prácticamente se ha alcanzado la máxima acumulación de aceite (Barranco *et al.*, 1998). Sin embargo, durante el desarrollo de este ensayo, en la última fase de acumulación de aceite en la variedad Coratina, la presencia de fuertes heladas afectó a los árboles en estudio, lo que obligó a una recolección más temprana, 2 de junio del 2007, siendo que la fecha estimativa era a finales de ese mes.

Cabe mencionar, que la variedad Coratina es considerada una variedad de cosecha tardía y particularmente tolerante al frío (C.O.I., 2000), sin embargo presentó, una gran sensibilidad a las bajas temperaturas, a nivel de fruto. El mismo efecto luego de una helada obtuvo Sudzuki (2006), obligando a anticipar la fecha de cosecha de esta variedad en la temporada 2003/2004. Estos resultados estarían demostrando que Coratina no sería una variedad tolerante al frío.

## Pinta

Se considera período de maduración, al tiempo transcurrido desde la aparición de manchas violáceas hasta la coloración definitiva de la piel y de la pulpa. En la mayoría de las variedades, estas últimas transformaciones no tienen lugar en todos los frutos de una planta al mismo tiempo, alcanzándose la maduración de manera escalonada (Barranco *et al.*, 1998). La duración de este período es variable según las condiciones climáticas, cosecha del árbol y variedad (Humanes, 1976, citado por Tous y Romero, 1993).

En el Cuadro 3, se puede observar el avance en la pinta de las olivas, según los tratamientos. Se consideró inicios de pinta cuando los árboles presentaban más de 20 frutos con cambio de color, de verde-amarillo a violáceo. En el último período, no fue posible determinar el estado de pinta de los frutos, debido a fuertes heladas que los afectaron.

Cuadro 3. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el comienzo de la pinta en las olivas. Expresado como número de árboles con frutos con inicios de pinta (n=100 frutos), según tratamiento, en olivos variedad Coratina.

Tratamiento	13/04/2007	04/05/2007	16/05/2007	01/06/2007
Sin poda	0/5	0/5	0/5	- <sup>1</sup>
33% poda	0/5	0/5	1/5	-
50% poda	0/5	1/5	2/5	-

<sup>1</sup> Datos no obtenidos, por daños producidos por heladas sobre los frutos.

En los resultados presentados en el Cuadro 3, se observa que el comienzo de pinta en las olivas, estaría relacionado con los niveles de carga frutal de los árboles. De modo que, al existir una menor carga frutal, la pinta en los frutos comenzaría antes.

Al respecto, Barranco *et al.* (1998); Hartmann (1952), Garoyan y Horel (1980) citados por el C.O.I., (1996) y Fichet (2006) señalan que un alto nivel de carga frutal retrasa la maduración, incluso cuando la producción por rama es muy alta, la biosíntesis de antocianos puede verse parcialmente inhibida y la coloración de los frutos podría sólo alcanzar una tonalidad rojiza.

En la literatura se menciona, la existencia de una maduración más temprana por parte de los árboles podados, comparados con los sin podar (Barone *et al.*, 1993, citados por Cid, 1999). Resulta importante destacar, que la gran demanda de nutrientes que representan los frutos en crecimiento y la síntesis de hormonas que ellos producen, afectarán negativamente la producción del año siguiente. Experiencias en los países olivareros y recientemente en trabajos realizados en el Centro Experimental Huasco del Inia, han demostrado, que mientras más se atrase la cosecha, menor es la floración en la siguiente primavera (Barranco *et al.*, 1998; Tapia, 2007).

De este modo, con los tratamientos de poda, se podría reducir la carga frutal y adelantar con ello la cosecha, comenzando antes la pinta de las olivas, teniendo un menor efecto negativo sobre la fructificación de la siguiente temporada.

## Producción

En cuanto a la producción por árbol (kg/árbol), se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4), sin embargo no se aprecian diferencias entre las producciones de la sección Este y Oeste de los árboles (Cuadro 1, Apéndice III).

Cuadro 4. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la producción total, eficiencia productiva, carga frutal y relación pulpa carozo, en olivos variedad Coratina.

Tratamiento	Producción (kg/árbol)	Eficiencia productiva (kg·cm <sup>-2</sup> ASTT)	Carga frutal (n° frutos/ASTT)	Relación pulpa/carozo (n=100 frutos)
Sin poda	57,62 a	0,38 a	177 a	1,63 a
33% poda	42,50 b	0,32 b	146 b	1,75 a
50% poda	32,37 c	0,23 c	107 c	1,94 b

<sup>†</sup> Letras distintas para una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

La disminución en la producción de fruta en los árboles podados, se debe principalmente a dos factores: 1) la remoción de superficie productiva y 2) la competencia directa entre el crecimiento vigoroso del brote y retención de fruta (Azcón-Bieto y Talón, 2000). Así, con una disminución de carga más intensa, se obtiene una menor producción total que con una menos fuerte.

Los árboles del tratamiento testigo tuvieron un alto rendimiento, sin embargo, el bajo crecimiento del brote (Figura 3) y la alta retención de frutos (Cuadro 2), hacen prever una baja producción a la siguiente temporada, de acuerdo a lo señalado por Astorga y Ibacache (2001).

En el tratamiento de un 33% de poda, se obtiene un 26 % menos de producción en relación al testigo, mientras que en el tratamiento de un 50% de poda, se obtiene un 43% menos de producción en relación al mismo.

Los resultados obtenidos en este estudio, ponen de manifiesto, que la poda podría ser una técnica efectiva para regular la carga frutal. Sin embargo, con una poda muy intensa, se obtiene una disminución muy fuerte en la producción total respecto al testigo, lo que podría ser cuestionable desde el punto de vista económico. De esta forma, para obtener resultados más concretos, deberá estudiarse la producción acumulada de estos tratamientos en años consecutivos.

En ensayos de podas realizado en la variedad Liguria, se obtuvo un 30% menos de producción en árboles podados, existiendo un crecimiento de ramillas adecuado para garantizar una adecuada fructificación al año siguiente (Astorga y Ibacache, 2001). Esto último podría indicar, que con una poda leve (remoción de un 33% de la madera frutal) en los años de alta carga frutal, se podría obtener un largo de brote suficiente, para lograr una buena cosecha a la siguiente temporada. De esta manera el tratamiento de un 33% pareciera ser el más efectivo desde el punto de vista productivo y de crecimiento vegetativo.

Además, hay que considerar el efecto del tipo de poda a largo plazo. Barranco *et al.* (1998), señalan que olivos con una poda más ligera en el tiempo, proporcionaron producciones acumuladas notablemente mayores, que árboles podados más fuertemente. El efecto de podas muy intensas en el tiempo, desvitalizarán progresivamente los árboles, lo que incidirá negativamente en la producción.

### **Eficiencia productiva**

La eficiencia productiva, permite medir la producción de un árbol, eliminando la influencia del tamaño de éste. El diámetro del árbol llevado a una medida de superficie, permite calcular la producción de fruta en términos de  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT (Westwood, 1982). De este modo, la eficiencia productiva puede ser utilizada para comparar tratamientos.

La productividad calculada como producción normalizada por el tamaño del árbol, como  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT, presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Cuadro 4). Cabe destacar que no se encontraron diferencias en la eficiencia productiva entre las secciones Este y Oeste de los árboles de los distintos tratamientos (Cuadro 2, Apéndice III).

Al no existir diferencias significativas en el ASTT (Cuadro 1), indicaría que la eficiencia productiva se encuentra directamente relacionada con los kilogramos de fruta obtenidos. De este modo, a medida que fue mayor la producción dejada en los árboles, se aumentó la eficiencia productiva ( $r: 0,89$ ), es por esta razón que se aprecian mayores valores de eficiencia en los tratamientos de menos remoción de carga (Figura 2, Apéndice II).

Los árboles del tratamiento testigo son los que presentaron una mayor eficiencia productiva, debido a la mayor carga frutal presente. Sin embargo, hay que considerar que este volumen de fruta ocasionó un bajo crecimiento del brote durante la temporada (Figura 3) y por tanto, redujo el crecimiento necesario para la formación de yemas florales para la siguiente fructificación. Por otro lado, la alta presencia de frutos durante la inducción floral, ocasionará una inhibición de ésta. Ambas razones, llevan a prever problemas de baja producción a la siguiente temporada y la continuación de un ciclo de alternancia productiva.

En base a lo anteriormente expuesto, tener una eficiencia productiva en la variedad Coratina de  $0,38 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT, en su octavo año de producción, en el tratamiento testigo, no sería sustentable bajo estas condiciones, para mantener una producción relativamente constante en el tiempo.

Con la poda más leve se aprecia una menor eficiencia productiva, en relación al testigo, sin embargo, sigue siendo alta, si se compara con 'Picual' con  $0,34 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT, una de las variedades considerada como más eficientes (Tous *et al.*, 1998).

De este modo, los resultados obtenidos con la poda más leve, mayor crecimiento de brote y menor número de frutos en el momento de la inducción, indican que se podría regular la alternancia con una poda de un 33% de remoción de la madera productiva del año, obteniendo al mismo tiempo una alta eficiencia productiva ( $0,32 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT). Sin embargo, para poder concluir el efecto de la poda leve sobre la alternancia, se requerirá seguir evaluando el efecto de ésta en el tiempo.

En relación a la poda severa, se obtiene una eficiencia productiva inferior ( $0,23 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  ASTT), respecto al resto de los tratamientos. Aunque, las respuestas de los árboles con la poda más intensa, hacen esperar que se logre algún efecto sobre la alternancia, resulta importante destacar, la menor eficiencia y la importante reducción en el rendimiento.

### **Carga frutal**

Un índice para la carga frutal, muy utilizado actualmente, es la cantidad de fruta en relación al área de la sección transversal del tronco (frutos/cm<sup>2</sup> de ASTT). Esta medida se sustenta en el hecho que la sección transversal del tronco es un excelente indicador del tamaño del árbol y posee una alta relación con el área foliar correspondiente a ese tronco (Razeto, 2006).

En el Cuadro 4, se observa como los tratamientos difieren entre sí. Cabe destacar, que no se encontraron diferencias significativas en la carga frutal entre la sección Este y Oeste de los distintos tratamientos (Cuadro 3, Apéndice III).

Debido a que no existieron variaciones en el ASTT (Cuadro 1), indicaría que la carga frutal se encuentra directamente relacionada con la superficie frutal removida en la poda. De este modo, a medida que es menor la remoción en la poda, se aumenta la carga frutal. Lo anteriormente expuesto, coincide con lo señalado por Barranco *et al.* (1998), quienes encontraron menores números de frutos en los tratamientos de poda más fuerte, que los de una poda más ligera.

Con ambos tipos de poda, se obtiene una menor carga frutal, respecto al tratamiento testigo, lo que estaría indicando, la presencia de un menor número de frutos al momento de la inducción floral. Es por este motivo, que se podría esperar una reducción en el efecto negativo sobre la inducción floral, atenuando la alternancia productiva.

### **Relación pulpa/carozo**

En cuanto a la relación pulpa/carozo, se puede observar que existen diferencias significativas entre los ensayos. En el Cuadro 4, se observa una mayor relación pulpa/carozo en los tratamientos de poda, que en el testigo. Esto último, podría estar relacionado con la mejor distribución de asimilados y disponibilidad de agua, a nivel de fruto (Barranco *et al.*, 1998).

Cabe destacar, que las relaciones pulpa/carozo obtenidas en el ensayo, son notablemente inferiores a las encontradas en la temporada 2004 por Sudzuki (2006), quien encontró una relación para la variedad de aproximadamente 5,5/1.

La menor relación pulpa/carozo obtenida durante este ensayo, estaría relacionada con la mayor carga frutal presente en la temporada 2007 (año de alta producción), respecto a la temporada 2004 (año de baja producción), de esta forma al existir una mayor carga frutal, menor será la acumulación de materia seca y agua, a nivel de fruto (Barranco *et al.*, 2004). Además la relación pulpa/carozo se verá afectada por la deshidratación que afectó a las olivas, producto de las frecuentes heladas que afectaron a la zona, previo a la cosecha (Cuadro 1, Apéndice IV).

Cuando el fruto está completamente desarrollado, la pulpa representa de un 70 a 90% del peso total de éste, de la cual un 50 a 60% corresponde a agua (Barranco *et al.*, 1998). De este modo, como el componente mayoritario del fruto es la pulpa, y esta a su vez presenta un alto contenido de agua, la deshidratación de los frutos afectará de manera importante al peso de la pulpa, razón que podría justificar la menor relación pulpa/carozo encontrada en el ensayo.

### Peso promedio fruto

Cien frutos por árbol fueron pesados a cosecha (Figura 7), encontrándose un mayor peso en las olivas de los tratamientos de poda, lo que coincide con lo señalado por Ramírez y Rallo (2001), que el peso de las olivas esta inversamente relacionado con la población final de fruta. Sin embargo, es importante destacar, que los frutos comenzaron a deshidratarse por causa de frecuentes heladas que afectaron al predio (Cuadro 1, Apéndice IV), por lo que el peso promedio de fruto obtenido no sería representativo.

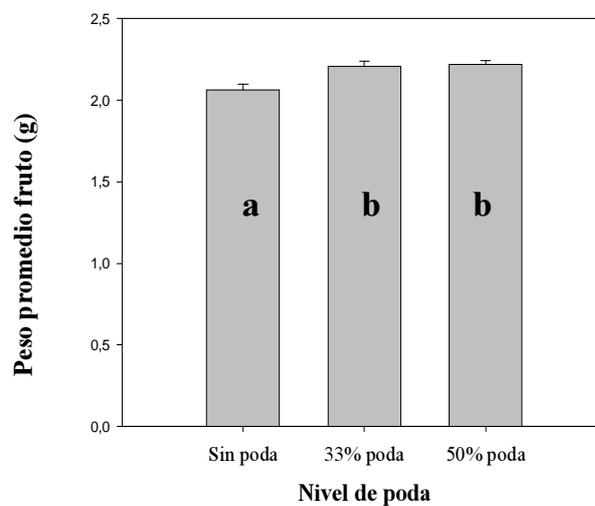


Figura 7. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el peso promedio de fruto a cosecha en olivos variedad Coratina (n=100 frutos). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $\alpha \leq 0,05$ ). Las barras indican desviación estándar.

### Evolución de variables de calidad de la fruta

Se realizó un seguimiento al contenido de humedad y aceite del fruto hasta cosecha (15/04/07, 4/05/07 y 2/06/07), en los dos primeros muestreos se utilizaron 20 frutos por árbol y para el tercero, una muestra de 50 frutos por árbol.

#### Contenido de agua en el fruto

En la Figura 8, se muestra la evolución del contenido de agua a nivel del fruto en los distintos tratamientos. Se observa, que al avanzar la maduración de las olivas, el contenido de agua va disminuyendo, en ausencia de variaciones climáticas adversas. En la muestra realizada a cosecha, se aprecia una baja importante en el contenido de humedad, lo que puede deberse a la deshidratación que afectó a las olivas, producto de las frecuentes heladas cercanas a la cosecha (Cuadro 1, Apéndice IV).

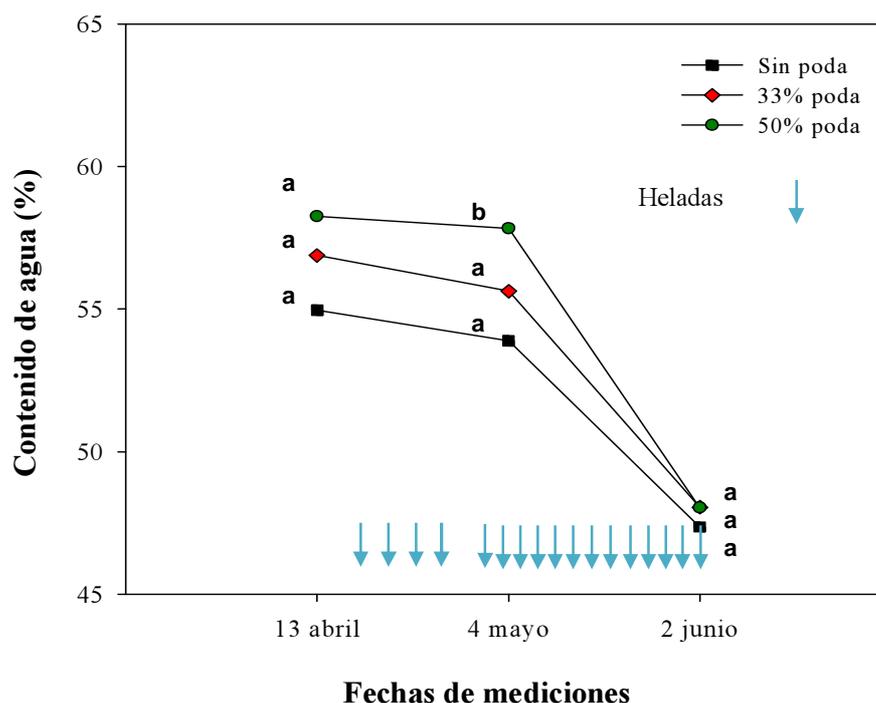


Figura 8. Efecto de diferentes rangos de poda a salidas de invierno sobre la evolución en el contenido de agua de los frutos, en olivos variedad Coratina (n=20 para el 13/04 y 14/05; n=50 para el 2/06). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma fecha ( $\alpha \leq 0,05$ ).

En la primera medición, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que en el segundo muestreo sí se presentaron diferencias, encontrándose un mayor nivel de agua en los frutos de los árboles podados más intensamente. Este mayor contenido, se debería a que existe una mejor disponibilidad de agua cuando se tiene una menor carga frutal, y a que el tamaño de los frutos era mayor. Cabe destacar que con la poda de un 33% de remoción de la madera frutal, aun cuando los árboles presentaron una menor carga frutal, no se apreciaron diferencias significativas en el contenido de agua a nivel de fruto, en relación al tratamiento testigo.

En el último análisis los resultados no serían representativos, debido al daño ocasionado a nivel del fruto, producto de las heladas.

### **Contenido de aceite en el fruto**

Para la extracción de aceite se utilizó el método de Soxhlet, el que presenta un alto nivel de ajuste entre los gramos de aceite extraídos y el peso de muestra utilizada ( $r: 0,998$ ) (Avidan *et al.*, 1997). El rendimiento de aceite fue expresado en base a materia seca (b.m.s.) y en base a materia fresca (b.m.f.).

Los árboles fueron cosechados antes de la pinta final de los frutos, por lo que no todos los tratamientos presentaron la máxima acumulación de aceite. Este proceso termina, cuando prácticamente desaparecen los frutos verdes del árbol, quedando solamente aceitunas en pinta, y a partir de este momento el contenido de aceite permanece casi constante (Tous y Romero, 1993). En los tratamientos de poda, se obtienen porcentajes de aceites más altos que los obtenidos en el testigo, para una misma fecha de muestreo (Figura 9). Igualmente se aprecia que en los árboles podados, la formación de aceite (b.m.s.) estaría finalizando, mientras que en el tratamiento testigo todavía no terminaría la acumulación.

El mayor porcentaje de aceite (b.m.s.) en el tratamiento de poda más severa, coincide con los resultados obtenidos por Tombesi *et al.* (2000), quienes encontraron mayores porcentajes de aceite en los árboles podados más fuertemente, que en los árboles podados de manera más ligera. En las olivas del tratamiento testigo, se aprecia un menor contenido de aceite en todas las fechas de muestreo, lo que estaría relacionado con la alta carga frutal presente en los árboles, menor luminosidad y menor distribución de asimilados a nivel de fruto. Esta reducción en el nivel de aceite al aumentar la carga, también ha sido observada por otros investigadores como Rallo *et al.* (1998, citados por Tombesi *et al.*, 2000).

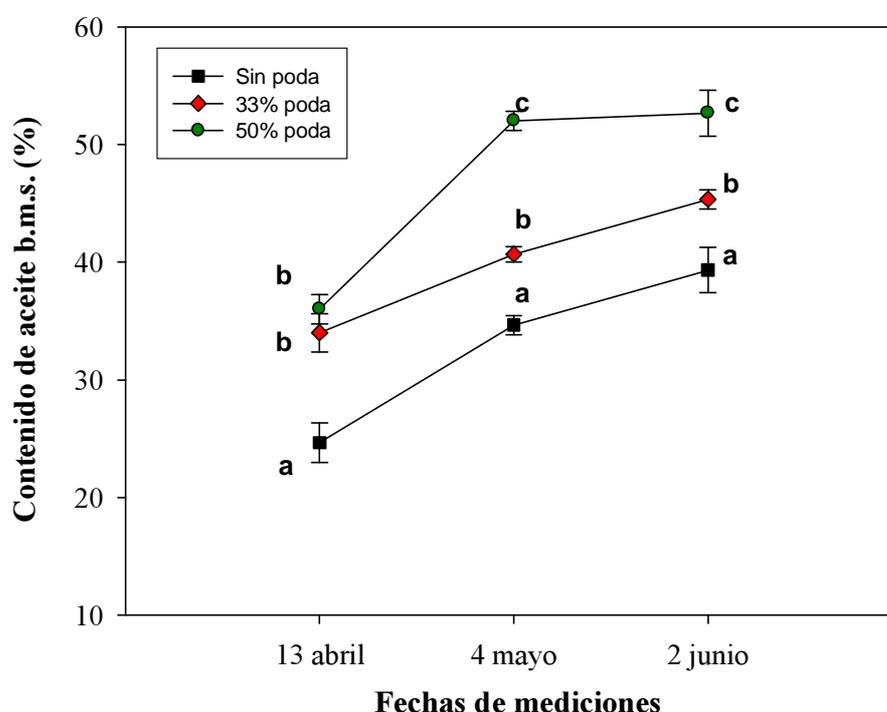


Figura 9. Efecto de diferentes rangos de poda a salidas de invierno, sobre la evolución en el contenido de aceite de los frutos (b.m.s.), en olivos variedad Coratina ( $n=20$  para el 13/04 y 14/05;  $n=50$  para el 2/06). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma fecha ( $\alpha \leq 0,05$ ). Las barras indican la desviación estándar.

Además, se observa una acumulación de aceite ascendente, lo que concuerda con lo señalado por Hartmann *et al.* (1980, citado por Tous y Romero, 1993), quienes han establecido que el contenido de aceite sigue una curva sigmoideal, aumentando el contenido hasta la completa madurez del fruto, en que se estabiliza el rendimiento graso, o incluso en algunos casos, disminuye ligeramente.

Se encontró una correlación negativa con un  $r$  de  $-0,83$ , entre la eficiencia productiva y el contenido de aceite b.m.s. (Figura 3, Apéndice II). Por lo tanto, en años de alta producción, se justificaría realizar métodos de regulación de carga frutal, de modo de aprovechar al máximo la síntesis de ácidos grasos de las olivas, y al mismo tiempo, no debilitar el árbol con una cosecha excesiva, atenuando así la alternancia.

Estos resultados son coincidentes a los expuestos por Pansiot y Rebour (1961), quienes señalan la existencia de una correlación negativa entre la carga frutal y el contenido de ácidos grasos del fruto, así los tratamientos de poda, que presentaron una menor carga frutal (Cuadro 4), obtuvieron una mayor acumulación de aceite (Figura 9).

Otra consideración, es la alta acumulación de aceite lograda en los tratamientos de poda en el año de alta producción, alcanzando niveles de aceite en el fruto, similares o mayores a los encontrados por Sudzuki (2006) en un año de baja carga frutal, extracción de aceite de 44% b.m.s., período en que debiera existir una mejor acumulación de aceite. Por esta razón, se indica que la clave de una alta acumulación de aceite, tiene que ver con la carga frutal existente.

En la Figura 10, se observa la evolución del contenido de aceite a nivel de fruto (b.m.f.), existiendo una tendencia al aumento, indistintamente del tratamiento. Esto ocurre cuando el contenido de aceite de la aceituna, se expresa en base a peso fresco, así el contenido de aceite tenderá a aumentar, pero no porque aumente la cantidad de aceite, sino por que disminuyó, en este caso, el contenido de agua en el fruto.

Este comportamiento corresponde a lo esperado, mayores niveles de aceite a nivel de fruto en los tratamientos de mayor remoción de carga frutal. Estos resultados son coincidentes a los encontrados en la acumulación de aceite b.m.s. en las olivas. De este modo, al regular la carga frutal en los árboles, se puede esperar una mayor acumulación de aceite a nivel de fruto.

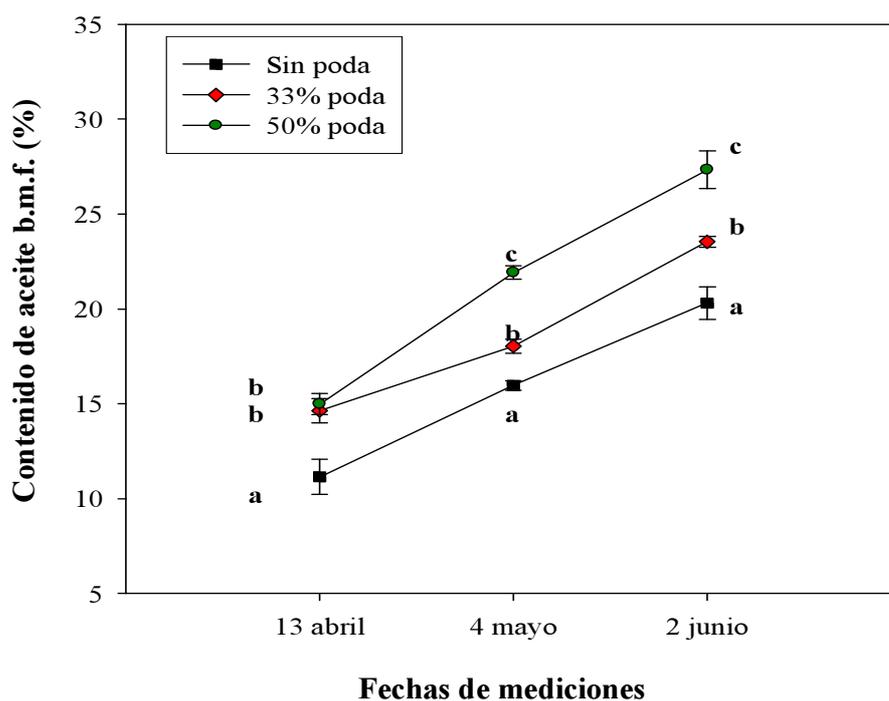


Figura 10. Efecto de diferentes rangos de poda a salidas de invierno, sobre la evolución en el contenido de aceite de los frutos (b.m.f.), en olivos variedad Coratina ( $n=20$  para el 13/04 y 14/05;  $n=50$  para el 2/06). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma fecha ( $\alpha \leq 0,05$ ). Las barras indican desviación estándar.

### Rendimientos de aceite por árbol

En el Cuadro 5, se puede observar la estimación en la producción de aceite por árbol, obtenida en los distintos tratamientos. Los mayores valores se encuentran en el tratamiento testigo, pese a tener un menor contenido de aceite a nivel de fruto. Mientras que en los tratamientos de poda, no se encuentran diferencias significativas en la producción de aceite por árbol.

Cuadro 5. Efecto de la poda salidas de invierno sobre la producción de aceite por árbol y hectárea, en base porcentajes de aceites (b.m.f.) en olivos variedad Coratina (n=50).

Tratamiento	Porcentajes de aceite b.m.f. (%)	Producciones de aceite (b.m.f.)	
		kg/árbol	kg·ha <sup>-1</sup> (estimados)
Sin poda	20,67 a <sup>1</sup>	11,91 a	4933,16
33% poda	22,16 b	9,41 b	3917,88
50% poda	27,33 c	8,84 b	3680,23

<sup>1/</sup> Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma variable, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

De este modo, el mayor porcentaje de aceite obtenido con la poda más intensa y su menor producción (Cuadro 4), se compensan en el tratamiento de poda más leve, presentando una menor síntesis de ácidos grasos a nivel de fruto, pero una mayor producción.

Cabe destacar, que los porcentajes de aceites obtenidos en los distintos tratamientos, son superiores a los obtenidos en las temporadas 2004 por Sudzuki (2006), año de baja producción, y a los obtenidos en la temporada 2005 por Fichet (2006), año de alta producción, 6,2 kg aceite b.m.f./árbol y 8,4 kg aceite b.m.f./ árbol, respectivamente. Es decir, aunque se disminuyó la carga frutal, con ambos tipos de poda se obtuvieron altos rendimientos de aceite por árbol.

Para un productor de aceite, lo importante es el rendimiento graso que tenga una variedad en la almazara, y como se puede observar, tanto con la poda de un 33% y un 50% se obtienen similares producciones de aceite por árbol. Sin embargo, una poda de un 50% puede ser más costosa en cuanto al uso de mano de obra.

Los árboles no podados alcanzaron una elevada producción de aceite, relacionado fundamentalmente por la mayor producción que presentaron. Los altos rendimientos alcanzados pueden ser interesantes, sin embargo, como se ha visto en este ensayo, existen fuertes indicios que éstos árboles presentarán una fuerte baja en la producción, en la siguiente temporada.

Si se consideran los dos tratamientos de poda, como medios para regular la alternancia en la producción, en olivos bajo un sistema orgánico, ambos generan un largo similar de ramillas, que según la literatura sería adecuado para la próxima temporada. Pero con la poda más severa se desequilibra más al árbol, causando un prematuro envejecimiento de éstos. Y considerando, que con ambos tratamientos se obtiene la misma producción de aceite, sería más aconsejable, bajo las condiciones de este estudio, realizar una poda de un 33% que una de un 50%.

De este modo, con la poda a salidas de invierno, según lo analizado, puede resultar ser en una estrategia que la minimice la alternancia, por medio de controlar el volumen de carga frutal cada año.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este ensayo y tomando en cuenta las características en las cuales se realizaron los tratamientos, se puede concluir que:

- Con la poda de madera productiva realizada a fines de invierno, 30% ó 50% para la variedad Coratina, indistintamente de la intensidad, se estimula un mayor período de crecimiento vegetativo, obteniendo con ello un mayor largo de brote final. El mayor crecimiento de brote se logra por un mayor número y largo de entrenudos, el cual no varía entre ambos tipos de poda.
- Al podar más intensamente se logra una disminución en el número total de frutos retenidos, lo que repercute en una menor eficiencia productiva y carga frutal a cosecha.
- Con ambos tipos de poda, se favoreció el peso de la fruta, la relación pulpa carozo y el aumento en el contenido de aceite a nivel de fruto, encontrándose mayores niveles con la poda de un 50%, que en la poda de un 33%.
- Finalmente, con ambos tipos de poda, se obtuvo una producción similar de aceite por árbol, aunque inferior a la del tratamiento testigo.
- En base a los datos obtenidos, es necesario seguir estudiando el efecto de diferentes intensidades de poda en el tiempo, sobre la factibilidad en minimizar la alternancia productiva en olivos.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. (A.O.A.C.), 1984. Official methods on analysis of the association of official analytical chemist. 14<sup>th</sup> ed. Virginia, E.U.A. 1241p.

Astorga, M. y A. Ibacache. 2001. Manejo de huertos de olivos y su desarrollo en la cuarta región. Pp 110-113. *In*: V Jornadas Olivícolas Nacionales, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Vallenar, Chile. Octubre 17-19, 2001. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Serena, Chile.

Avidan, B., A. Ogradovitch and S. Lavee. 1997. A reliable and rapid shaking extraction system for determination of the oil content in olive fruit. Pp 653-658. *In*: Metzidakis, I., and D.G. Voyiatzis. Proceedings of the Third International Symposium on Olive Growing. Crete, Greece. September 22-26, 1997. International Society for Horticultural Science. Belgium.

Azcón-Bieto y M. Talón. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. Ediciones Universitarias, Barcelona, España. 522p.

Barranco, D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo. 1998. El cultivo del olivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 651p.

Barranco, D., R. Fernández-Escobar y L. Rallo. 2004. El cultivo del olivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 800p.

Caballero, J. 2001. La olivicultura en Chile. Pp 143-152. *In*: Salvatierra, A., C. Quiroz, C. Zóccola, F. Tapia, A. Ibacache y M. Astorga. V Jornadas Olivícolas Nacionales, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Vallenar, Chile. Octubre 17-19, 2001. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Serena, Chile.

Callejas, R. 2001. Formación de la yema floral en el olivo y sus consecuencias sobre el añerismo. *Aconex* 71: 16-23.

Callejas, R. y G. Reginato. 2000. Añerismo en manzanos. Formación de la yema floral y factores que determinan la alternancia en las producciones. *Revista Frutícola* 21: 61-68.

Cid, I. 1999. Efecto del raleo de frutos sobre la floración del olivo. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 82p.

Consejo Oleícola Internacional. (C.O.I.), 2000. Catalogo mundial de variedades. Madrid, España. 360p.

- Consejo Oleícola Internacional. (C.O.I.), 1996. Enciclopedia mundial del olivo. Serveis Editorials Estudi Balms, S.L. Barcelona, España. 479p.
- Fichet, T. 2006. Antecedentes fenológicos y productivos de nuevas variedades de olivo en Chile. Disponible en: <http://www.chileoliva.com/documentos/charlachileolivatfichet2006.pdf>. Leído el 15 de septiembre 2007.
- Forshey, C., Eflving, D. and R. Stebbins. 1992. Training and pruning apples and pear trees. Ed. Horticultural Science, New York, EEUU. 166p
- Lavín, A. y M. Reyes. 2004. Frutales: Especies con potencial en el secano interior. Boletín INIA 120: 9-31.
- Loussert, R. 1980. El olivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 532p.
- Pastene, C. 2003. Implementación de sistemas de conducción para olivar (*Olea europea L*) de aceite en media intensidad, localizado en la zona de San Rafael, VII región. Memoria Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 103p.
- Pansiot, F. y H. Rebour. 1961. Mejoramiento del cultivo del olivo (*Olea europea L.*). FAO, Roma, Italia. 251p.
- Ramírez, M. y L. Rallo. 2001. Diferencias en índices de productividad entre variedades de olivo. Fruticultura Profesional 120: 17-27.
- Razeto, M. B. 2006. Para entender la fruticultura. Cuarta Edición. Ediciones Bruno Razeto, Santiago. 518p.
- Reginato, G. y J. L. Camus. 1993. Efecto de la intensidad de poda y edad del árbol sobre la producción y crecimiento vegetativo del duraznero variedad Angelus. Investigación Agrícola 13 (1 y 2): 9-15.
- Reginato, G. 2002. Aproximación teórica-cuantitativa a la densidad de plantación y a la evaluación del comportamiento de huerto de manzanos. Revista Frutícola 23 (3): 93-96.
- Saavedra, E. 1982. Añerismo. Pp 98-105. *In*: Primeras jornadas olivícolas nacionales. Trabajos y resúmenes olivícolas nacionales. 1982. Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.
- Sibbett, G., L. Ferguson and G. Martin. 1994. Olive production manual. Ed. University of California, EEUU. 180p.
- Sudzuki, K. 2006. Fenología de cuatro variedades de olivo para aceite en la Comuna de Melipilla, Región Metropolitana. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 28p.

Tapia, F., M. Astorga, A. Ibacache, L. Martínez, C. Sierra, C. Quiroz, P. Larraín y F. Riveros. 2003. Manual del cultivo del olivo. Boletín INIA 101: 128.

Tapia, F. 2007. Antecedentes a considerar en la plantación de un olivar aceitero. Pp 1-15. *In: Seminario: Actualización en el manejo del olivo.* Rengo, Chile. Agosto 30, 2007. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Centro de Información de Recursos Naturales, Rayantué. Rengo, Chile.

Tombesi, A., M. Boco, M. Pilli and D. Farinelli. 2000. Influence of canopy o efficiency of trunk shaker on olive mechanical harvesting. Pp 291-294. *In: Vitagliano C. and G.P. Martelli. Proceedings of the Fourth International Symposium on Olive Growing.* Valenzano, Italy. September 25-30, 2000. International Society for Horticultural science. Belgium.

Tous, J. y A. Romero. 1993. Variedades del olivo, con especial referencia a Cataluña. Ed. AEDOS, Barcelona, España. 172p.

Tous, J., A. Romero y J. Plana. 1998. Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Terragona. *Investigaciones Agrícolas: Prod. Prot. Veg.* 13 (1-2): 97-109p. Disponible en: <http://www.oleonet.net/linde/011.pdf>. Leído el 13 de agosto 2007.

Westwood, M. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ed. Mundi-prensa, Madrid, España. 439p.

Wünsche, J. N; A. N. Lakso; T. L. Robinson; F. Lenz and S. S Denning. 1996. The bases of productivity in apple production systems: The role of light interception by different shoot types. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(5):886-893.

APÉNDICE I

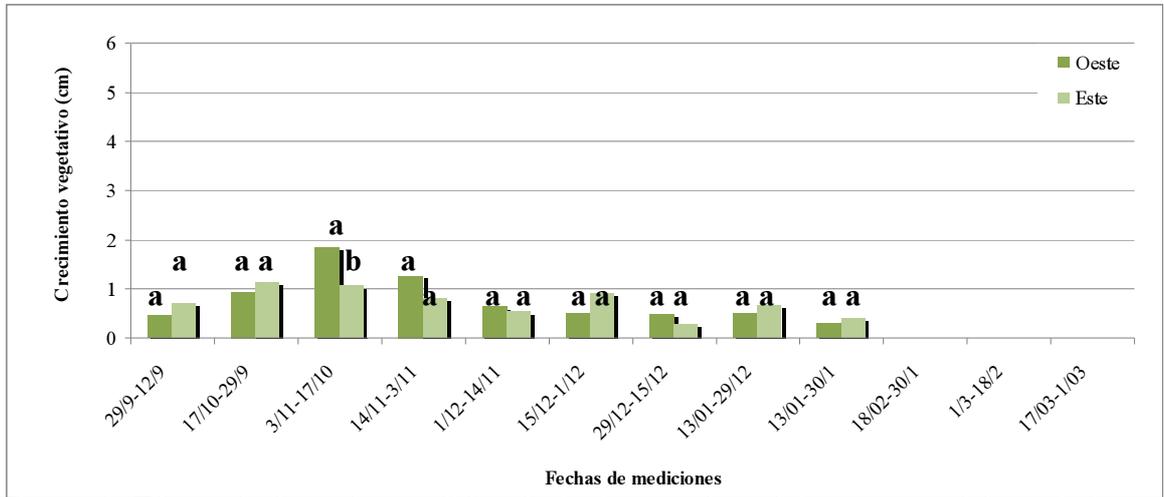


Figura 1. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el incremento del crecimiento vegetativo en el tratamiento testigo, según sección este y oeste de la copa, en olivos variedad Coratina (n=4). Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos, para un mismo período ( $\alpha \leq 0,05$ ). Luego de 17/03, no existió un aumento en el incremento del crecimiento vegetativo del brote.

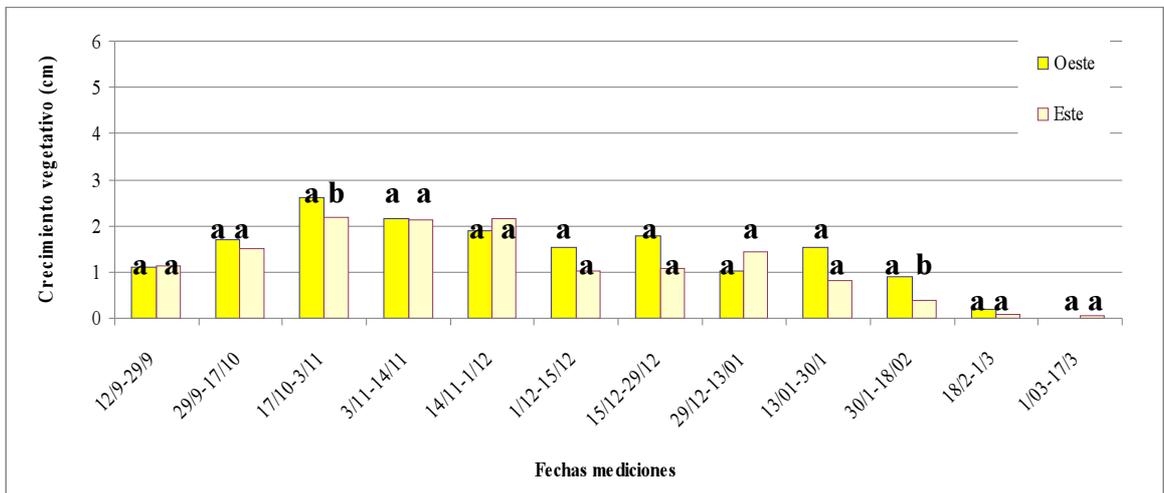


Figura 2. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el incremento del crecimiento vegetativo en el tratamiento de un 33% de poda, según sección este y oeste de la copa, en olivos variedad Coratina (n=4). Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos, para un mismo período ( $\alpha \leq 0,05$ ). Luego de 17/03, no existió un aumento en el incremento del crecimiento vegetativo del brote.

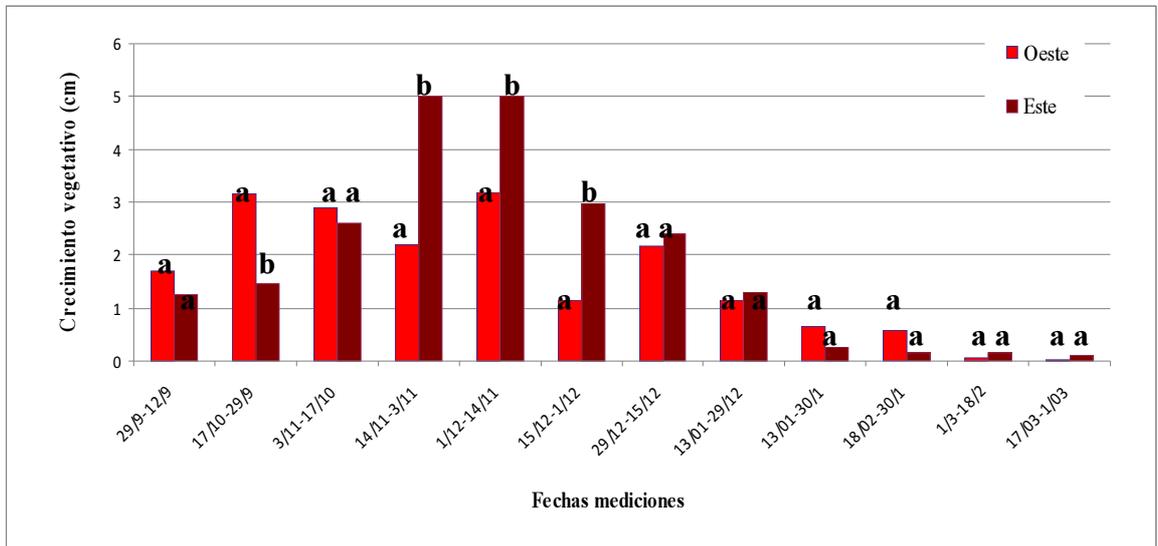


Figura 3. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre el incremento del crecimiento vegetativo en el tratamiento de un 50% de poda, según sección este y oeste de la copa, en olivos variedad Coratina (n=4). Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos, para un mismo período ( $\alpha \leq 0,05$ ). Luego de 17/03, no existió un aumento en el incremento del crecimiento vegetativo del brote.

## APÉNDICE II

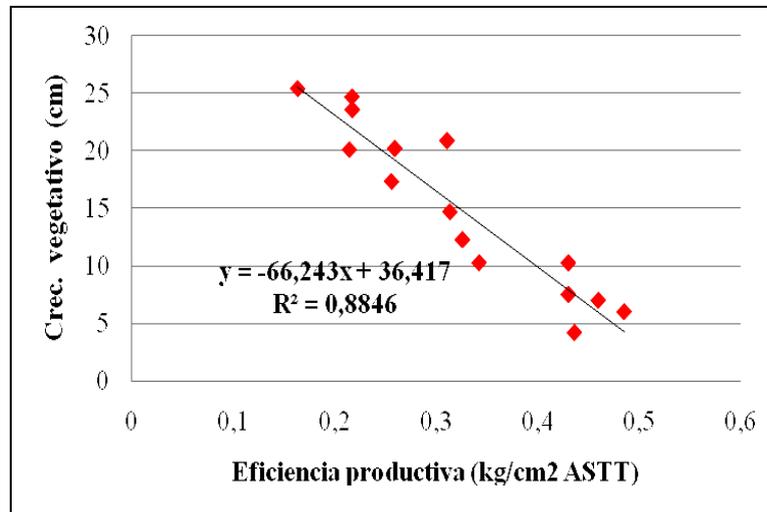


Figura 1. Correlación entre la eficiencia productiva y el crecimiento vegetativo del brote, en olivos variedad Coratina.

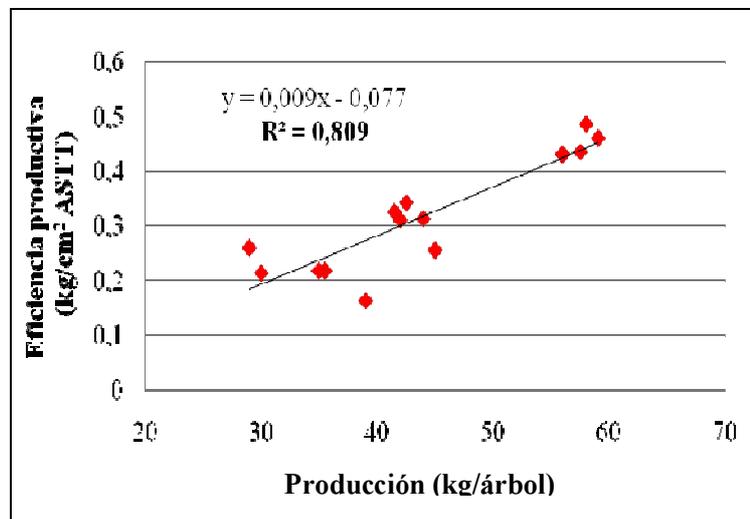


Figura 2. Correlación entre la producción y eficiencia productiva en olivos variedad Coratina.

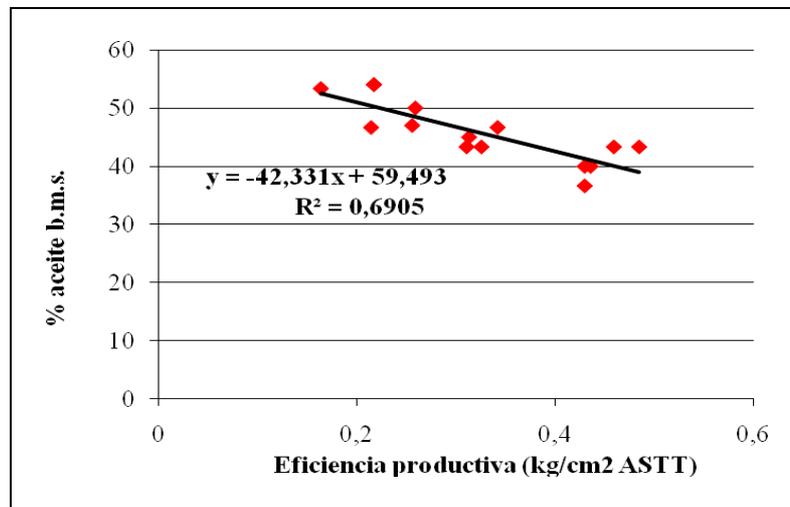


Figura 3. Correlación entre la eficiencia productiva y la acumulación de aceite b.m.s., en olivos variedad Coratina.

### APÉNDICE III

Cuadro 1. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la producción según sección, en olivos variedad Coratina.

Tratamiento	Producción exp. este (kg·árbol <sup>-1</sup> )	Producción exp. oeste (kg·árbol <sup>-1</sup> )	Producción total (kg·árbol <sup>-1</sup> )
Sin poda	28,87 a/A	28,75 a/A	57,62 a
33% poda	16,63 b/A	25,87 a/B	42,5 b
50% poda	15,12 b/A	17,25 b/A	32,37 c

Letras minúsculas distintas verticalmente, indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Letras mayúsculas distintas horizontalmente, indican diferencias significativas entre producciones según sección (E-O) del árbol, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Cuadro 2. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la eficiencia productiva según sección, en olivos variedad Coratina.

Tratamiento	Eficiencia productiva exp. este (kg·cm <sup>-2</sup> ASTT)	Eficiencia productiva exp. oeste (kg·cm <sup>-2</sup> ASTT)	Eficiencia productiva (kg·cm <sup>-2</sup> ASTT)
Sin poda	0,19 a/A	0,19 a/A	0,38 a
33% poda	0,12 b/A	0,20 a/B	0,32 a
50% poda	0,10 b/A	0,12 b/A	0,23 b

Letras minúsculas distintas verticalmente, indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Letras mayúsculas distintas horizontalmente, indican diferencias significativas entre producciones según sección (E-O) del árbol, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Cuadro 3. Efecto de la poda a salidas de invierno sobre la carga frutal según sección, en olivos variedad Coratina.

<b>Tratamiento</b>	<b>Carga Frutal exp. este (n° frutos·cm<sup>-2</sup>ASTT)</b>	<b>Carga Frutal exp. oeste (n° frutos·cm<sup>-2</sup>ASTT)</b>	<b>Carga frutal total (n° frutos cm<sup>-2</sup> ASTT)</b>
Sin poda	89 a/A	88 a/A	177 a
33% poda	57 b/A	89 b/B	146 b
50% poda	50 b/A	57 b/A	107 c

Letras minúsculas distintas verticalmente, indican diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Letras mayúsculas iguales horizontalmente, no indican diferencias significativas entre producciones según cara del árbol, mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ).

#### APENDICE IV

Cuadro 1. Temperatura inferior diaria, durante el mes de mayo, en olivos variedad Coratina, fundo el Oliveto. Zona de Melipilla. Región Metropolitana, 2007

Fecha	Hora	Temperatura inferior (°C)	Lluvia (mm/día)
01-05-2007	7:45	5,3	0
02-05-2007	23:45	7,3	0
03-05-2007	6:45	3,2	0
04-05-2007	11:45	6,1	0
05-05-2007	6:30	3,6	0
06-05-2007	23:15	4,5	0
07-05-2007	6:45	0,1	0
08-05-2007	7:30	-2,2	0
09-05-2007	7:30	-2,2	0
10-05-2007	23:45	5,3	0
11-05-2007	4:15	2,3	0
12-05-2007	7:15	2,3	0
13-05-2007	6:15	3,6	0
14-05-2007	4:45	0,6	0
15-05-2007	23:45	3,6	0
16-05-2007	7:15	-0,8	0
17-05-2007	7:15	-3,1	0,3
18-05-2007	7:00	-2,2	0
19-05-2007	8:00	-1,7	0
20-05-2007	1:45	-0,3	0
21-05-2007	6:45	-2,7	0
22-05-2007	8:00	-3,1	0,3
23-05-2007	7:15	-5,1	0
24-05-2007	7:00	-4,1	0
25-05-2007	23:00	1	0
26-05-2007	0:15	2,7	0
27-05-2007	23:45	-0,8	0
28-05-2007	7:00	-3,1	0
29-05-2007	0:00	3,6	0
30-05-2007	7:45	3,2	0
31-05-2007	23:30	4,5	18,1

Fuente: Reporte generado por SPECWARE 6.02.0032, en la estación meteorológica, marca Watch Dog (Weather Station) Spectrum Technologies Inc., ubicada en el huerto.

